

# けた橋げた (JIS A 5313<sup>-1995</sup>) の製造方法の改善について

熊谷 三千夫\*1・森 二三人\*2・岡崎 一寛\*3・鋒山 勉\*4

## 1. まえがき

けた橋げた (JIS A 5313<sup>-1995</sup>, 以下, プレTげたと称す) に使用されるPC鋼材には, 直線に配置するものと, 両端を曲げ上げて配置するもの (以下, ベンドアップ鋼材と称す) とが混在している。ベンドアップ鋼材は, けた製作ベンチに高張力ボルトで緊結された曲上げ支持具により固定されている。プレストレス導入に先立ちPC鋼材の曲上げ支持具のアンカーを開放する際, 支持具位置に上向きの反力がかかり, けたにうわぞりが生ずる。この際, けた上縁に過大な引張応力が発生しないように, けた上にカウンターウェイトを載せることが履行されている。これらプレTげたの一連の製造過程については(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会発行の「JIS橋げたによるPC道路橋 設計・製造便覧」<sup>1)</sup>に詳しく記述されている。

カウンターウェイトは通常一辺1m程度のコンクリート立方体を使用しており, その作業性には次のような問題がある。

- ① 不安定なけたの上にカウンターウェイトを載せて行う諸作業は安全性に劣ること。
- ② 重量物を上げ下げする作業の効率が悪いこと。

このため, かねてより作業方法の改善が試みられてきたところである。このたび, この工程の改善策として, けた上面にPC鋼材を配置して, けた上縁に発生する引張応力を制御する方法を考案した。その概念を図-1に示す。

主げたの中央にPC鋼より線を山形に埋め込み, 上向きの力  $P$  を与える。この力  $P$  を橋軸方向と鉛直方向に有効利用し, 主げた上縁に圧縮力を生じさせるものである。なお, 張力の導入には現場と工場の共通の機材であるクレーンを利用できることも特長の一つである。

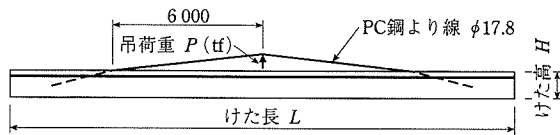


図-1 PC鋼材の配置

## 2. 効果の確認実験

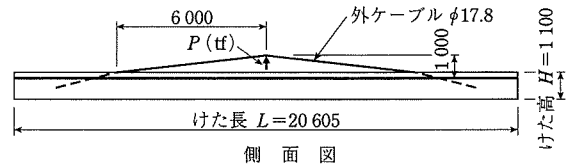
### 2.1 実験の目的

本実験は, PC鋼より線 (以下, 外ケーブルと称す) を用いた方法が, カウンターウェイトと同じ効果を得られるかどうかを検証することを目的とする。

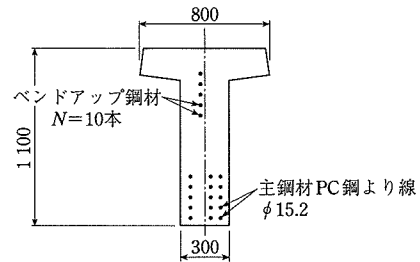
### 2.2 実験供試体

実験に用いた供試体の形状寸法を図-2に示す。供試体はJIS規格のプレTげたである。

- ① 供試体: BG21  
けた長  $L = 20.605$  m  
けた高  $H = 1.100$  m



側面図



断面図

図-2 供試体の形状寸法

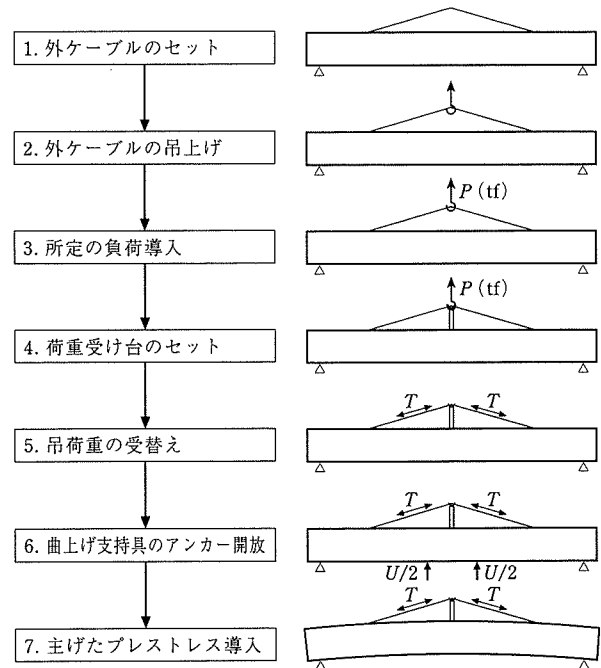


図-3 実験手順フロー

\*1 Michio KUMAGAI: 昭和コンクリート工業(株) 技術センター 所長  
\*2 Fumihito MORI: 昭和コンクリート工業(株) 技術開発部 開発課 課長  
\*3 Kazuhiro OKAZAKI: 昭和コンクリート工業(株) 技術開発部 開発課  
\*4 Tsutomu HOKOYAMA: 昭和コンクリート工業(株) 岐阜支店 揖斐川工場

- ② コンクリート材齢と圧縮強度  
材齢 1 日, 圧縮強度 35N/mm<sup>2</sup>
- ③ 外ケーブル  
PC鋼より線 φ17.8 SWPR7BN

2.3 実験方法

実験の手順を図-3に示す。以下の手順に従い実験を実施し、それぞれの荷重状態でコンクリートのひずみとけた上

面から吊り位置の外ケーブルまでの高さを測定した。なお、コンクリートのひずみ測定にはポリエステルゲージ(単軸)を使用した。また測定位置を図-4に示す。

3. 実験結果

各荷重状態で計測された測定位置でのひずみの経時変化を図-5に示す。また、ひずみの経時変化グラフの横軸に示

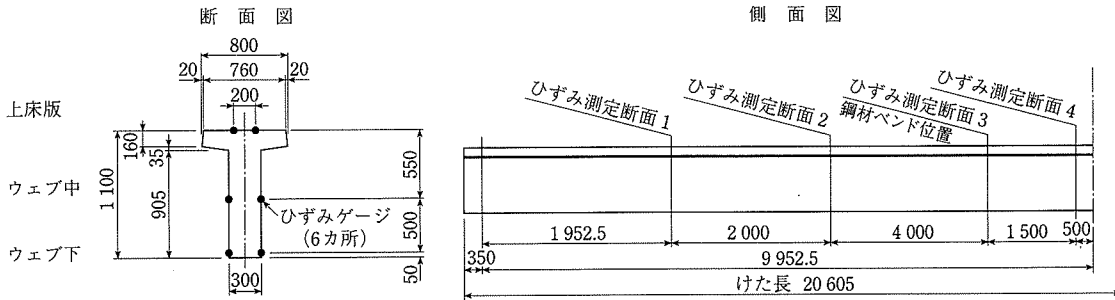


図-4 ひずみ測定位置

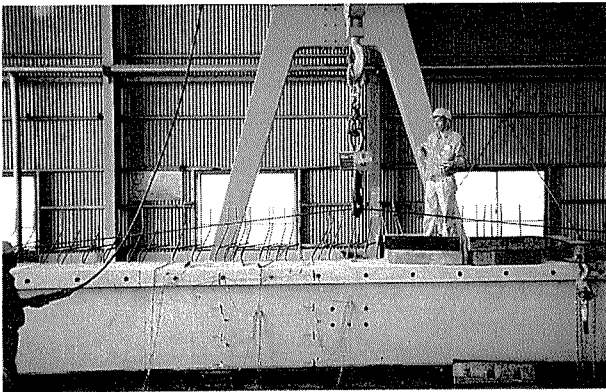


写真-1 外ケーブル吊上げ状況

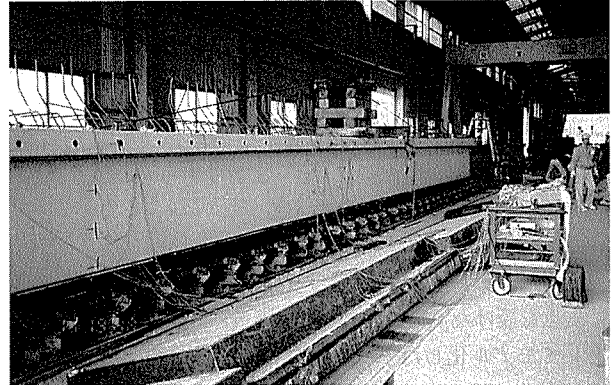


写真-2 吊荷重の受替え状況

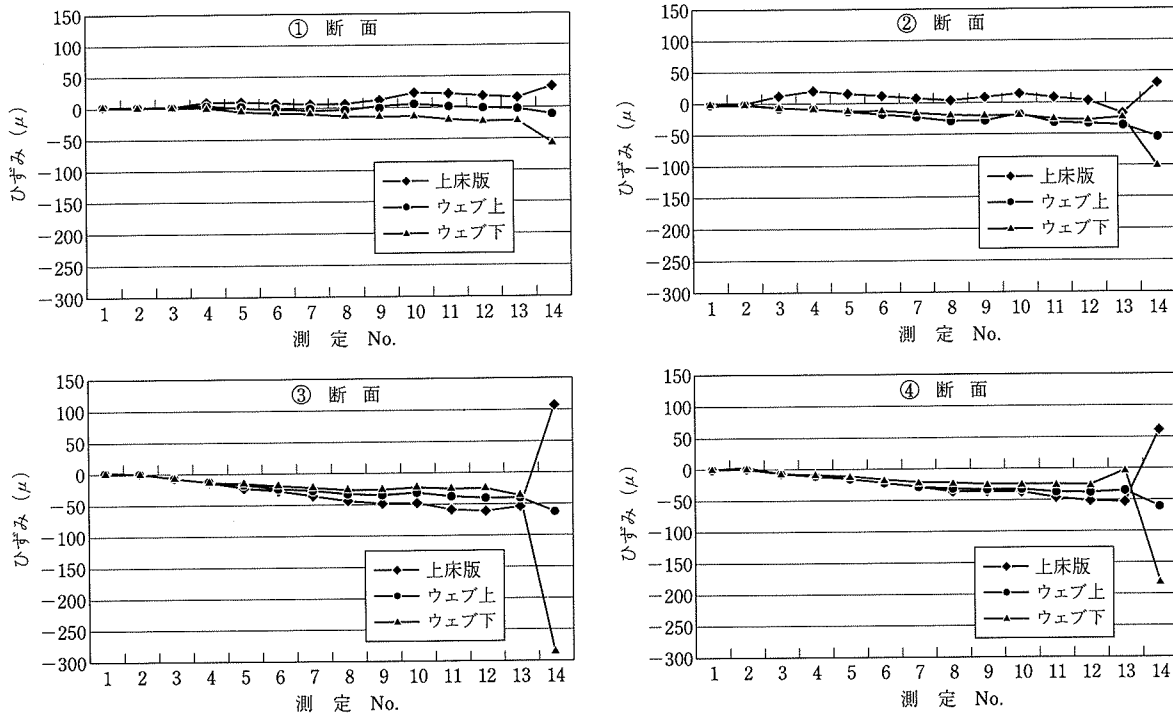


図-5 ひずみの経時変化

された測定No.と吊上げ荷重との対応を表-1に示す。

図-5に示したひずみ経時変化グラフから次のことが分かる。

- ① 外ケーブルの張力の増加とともに圧縮ひずみも増加しており、その増加の傾向はけた中央付近の③、④断面で顕著である。
- ② けた中央の④断面では曲上げ支持具のアンカーを開放する時点(測定No.14)で上床版のひずみが圧縮から引張りに一時的に反転する。この時点で発生する引張りひずみは $62.5\mu$ で、これを応力度に換算すると $-1.84\text{N/mm}^2$ となり、ひび割れ発生時の許容応力度 $-2.70\text{N/mm}^2$ を満足している。また、目視確認においてもひび割れの発生は確認されなかった。
- ③ 上床版からウェブ下端へ移行するにつれ、ひずみの絶対値は増加し、その値は距離(高さ)とほぼ比例関係にあることから、平面保持の法則が成り立っていることが分かる。

#### 4. 数値解析値との比較

##### 4.1 吊荷重(P)と外ケーブルの張力(T)

吊荷重とけた上面から吊り位置の外ケーブルまでの高さとの関係を表-2および図-6に示す。ここで、理論高さは図-6に示されている近似式にそれぞれの荷重を代入して求めた値である。また、吊荷重と高さの関係図を図-7に示す。吊荷重と高さの関係は、図-6から明らかなように1次式で近似できほぼ比例関係にある。

##### 4.2 平面フレーム解析値との比較

バンドアップ鋼材の曲上げ支持具位置および両けた端部に支点を設けた4支足の連続けた構造に、外ケーブルを斜材としてモデル化した平面フレームモデルを用いて各載荷状

態の断面力を算出し、実験値との比較を行った。

図-8にフレームモデルの各荷重状態を示す。また、外ケーブルの影響が最も顕著に表れる④断面に着目し、その解析結果から導かれた諸数値を表-3に示した。

図-8で得られたひずみ・応力の経時変化をグラフ化したものが図-9である。図-9より実測値と計算値のひずみはそれぞれの荷重状態ではほぼ一致している。また、「バンドアンカー開放時」のけた上縁の応力度に着目すると、両者の値は実測応力 $-1.83\text{N/mm}^2$ に対し計算応力が $-2.27\text{N/mm}^2$ と比較的よく整合しており、従来のカウンターウェイトと同様

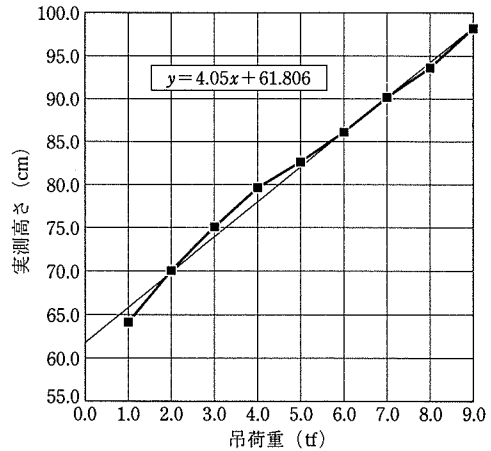


図-6 吊荷重—高さグラフ

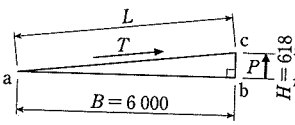


図-7 吊荷重—高さ関係図

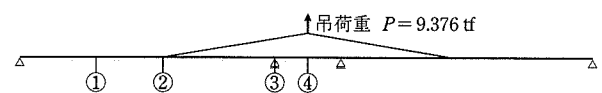
表-1 測定No.と吊上げ荷重の対応

測定No.	吊上げ荷重 P (tf)	測定No.	吊上げ荷重 P (tf)
1	P=0.000	8	P=6.000
2	P=0.050	9	P=7.000
3	P=1.000	10	P=8.000
4	P=2.000	11	P=9.000
5	P=3.000	12	P=9.376
6	P=4.000	13	吊荷重受替え時
7	P=5.000	14	バンドアンカー開放時

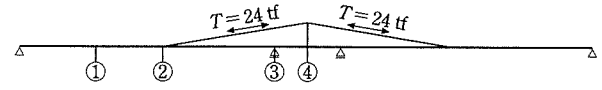
表-2 吊荷重—高さの測定値

吊荷重 P (t)	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
実測高さ (cm)		64.0	70.0	75.0	79.5	82.5	86.0	90.0	93.5	98.0
理論高さ (cm)	61.8	65.1	69.2	73.2	77.3	81.3	85.4	89.4	93.5	97.5

1. クレーンにより外ケーブルを吊り上げた状態



2. 外ケーブルをけた中央の支持具で受け替えた状態



3. 曲上げ支持具のアンカーを開放した状態

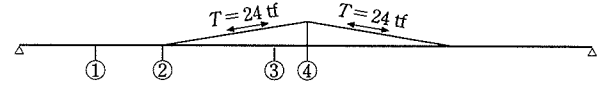


図-8 各荷重状態のフレームモデル

表-3 ④断面の数値解析結果

断面力	断面積	断面定数		応力度		弾性係数	ひずみ		
		上縁	下縁	上縁	下縁		上縁	下縁	
(kN)	(kN·m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>3</sup> )	(cm <sup>3</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(μ)	(μ)	
1. クレーンにより外ケーブルを吊り上げた状態									
279.660	16.930	4 156	107 937	-80 689	0.83	0.46	29 500	-28.1	-15.7
2. 外ケーブルをけた中央の支持具で受け替えた状態									
235.340	75.560	4 156	107 937	-80 689	1.27	-0.37	29 500	-42.9	12.5
3. 曲上げ支持具のアンカーを開放した状態									
244.090	-308.950	4 156	107 937	-80 689	-2.27	4.42	29 500	77.1	-149.7

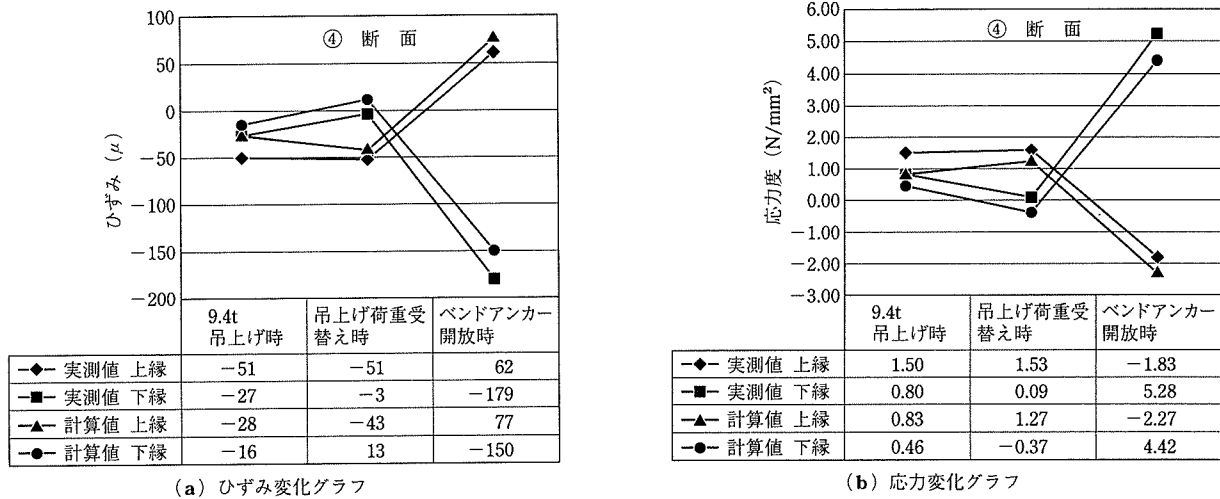


図-9 ひずみ・応力変化グラフ

の効果が得られていることが分かる。

### 4.3 考察

今回の効果確認実験から得られた結果を以下に示す。

- ① 実測値と計算値とは一致し、外ケーブルを用いた方法で従来のカウンターウェイトと同様の効果が得られることが確認できた。
- ② 外ケーブルの吊荷重と吊高さを管理することで外ケーブルに所定の張力を与えることができる。

## 5. あとがき

今回の効果確認実験で、けた製作時の外ケーブルの有用性が立証できたものと考えている。なお、けた製作後外ケーブルはけた上面から出ないように切断し、特殊ポリマーセメントモルタルを塗布して防錆処理を行い、雨水等

の浸透による床版劣化の要因とならないように十分配慮することとした。

今後更なる改善効果の確認を実施するため、以下の課題に取り組む予定である。

- ① 外ケーブルの主けた内部定着部近傍の応力状態、および外ケーブルの張力影響範囲等、より詳細な応力状態を把握するため3次元FEM解析を実施する。
- ② 外ケーブルによる方法はけた運搬時の応力改善にも有効であり、けた運搬車両の車軸間距離を小さくすることができるため、けた運搬時の動ひずみ測定等による運搬時の応力把握を行う。

### 参考文献

- 1) プレストレスト・コンクリート建設業協会：JIS橋げたによるPC道路橋 設計・製造便覧，1995.4

【1999年12月2日受付】